حركة الاقمار والكواكب

- **مفاهيم عامة:**

1- القوانين الثلاث لنيوتن:

أ- **القانون الاول:** مبدأ العاطلة

يحافظ جسم على سكونه المطلق أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم يخضع الى قوة تغير من حالته الحركية .

ب- **القانون الثاني:** المبدأ الاساسي للتحريك

المجموع الشعاعي للقوة الخارجية المؤثرة على جسم يساوي جداء كتلته مع شعاع تسارع مركز عطالته، أي $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

ج – **القانون الثالث:** مبدأ الفعلين المتبادلين

إذا اثرت جملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تقوم برد فعل $\vec{F}_{B/A}$ يساويه في الشدة ويعاكسه في الاتجاه.

2- المراجع : المراجع المستعملة في دراسة الحركات هي مراجع عطالية أي اما ساكنة او لها حركة مستقيمة منتظمة.

أ- المرجع الهليومركزي (المركزي الشمسي):

معلم مبدأه مركز الشمس ومحاوره متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة خلال قرون .

- **الشمس في حركة حول مركز المجرة دروها 226 مليون سنة لذالك تعتبر ساكنة مقارنة بدور حركة الكواكب حولها .**

ب- المرجع الجيومركزي – المركزي الارضي :

هو معلم مبداه مركز الارض ومحاوره موجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة خلال قرون.

- يعتبر عطاليا بتقريب جيد مناسب لدراسة حركة الاقمار الصناعية حول الارض حيث دور الاقمار حول الراض مهمل امام دور الارض حول الشمس.

ج – المرجع السطحي الارضي:

معلم مرتبط بسطح الارض يختص بدراسة الحركات عليها خلال فترات قصيرة.

- يعتبر هذا المعلم عطاليا لما تكون مدرة الحركة مهملة امام مدة دوران الارض حول نفسها .

- **دراسة حركة الكواكب والاقمار:**

1- الحركة الدائرية المنتظمة: تكون الحركة دائرية منتظمة أذا:

- المسار دائري.
- سرعة ثابتة غير معدومة.
- وجود قوة جاذبة مركزية.

2- **الدور:** هو المدة اللازمة لانجاز دورة واحدة . ويعطى بالعبارة: $T = \frac{2\pi r}{v}$.

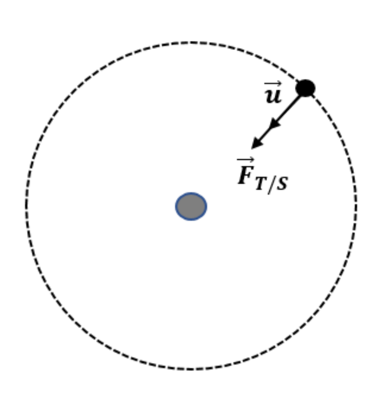
3- **التسارع الناظمي:** ويعطى بالعبارة $a_N = \frac{v^2}{r}$.

4- قانون الجذب العام : $F = G\frac{Mm}{r^2}$.

5- اثبات أن الحركة دائرية منتظمة:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m\vec{a} \Rightarrow G\frac{Mm}{r^2}\vec{u} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{GM}{r^2}\vec{u}$$



بما ان التسارع ناظمي وقيمته ثابتة فإن الحركة دائرية منتظمة .

6- عبارة السرعة المدارية :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Longrightarrow \vec{F}_{T/_S} = m\vec{a}$$

بالإسقاط نجد:

$$F_{T/_S} = ma_N \Longrightarrow G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Longrightarrow v^2 = \frac{GM}{r} \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

7- الدور :

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Longrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2} = \frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM}{r}} \Longrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Longrightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

8- **الجاذبية** :

- على ارتفاع h من سطح الارض:

$$g = a = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R_T + h)^2}$$

- على سطح الارض أي $h = 0$

$$g_0 = \frac{GM}{{R_T}^2}$$

- علاقة g بـــ g_0 :

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\frac{GM}{(R_T + h)^2}}{\frac{GM}{{R_T}^2}} = \frac{{R_T}^2}{(R_T + h)^2}$$

9- القمر الجيومستقر:

هو كل قمر ساكن بالنسبة لملاحظ على سطح الارض اذا حقق الشروط:

- يدور في نفس جهة دوران الارض.
- دوره مساوي لدور الارض حول نفسها.
- مداره يقع في مستوي خط الاستواء أي المستوي العمودي على محور دوران الارض ويقطعها في مركزها.

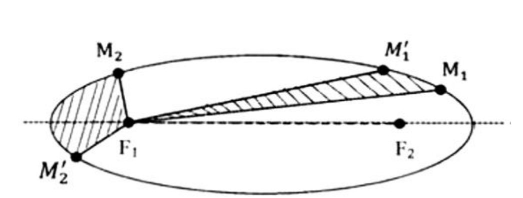
10-قوانين كبلر:

أ- **قانون الاول:** ان الكواكب تتحرك وفق مدارات إهليلجية تمثل الشمس احدى محرقيها.

ب- **القانون الثاني:** المستقيم الرابط بين الشمس وكوكب يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.

ج- **القانون الثالث:** ان مربع الدور يتناسب مع مكعب البعد المتوسط للكوب عن الشمس.

$$\frac{T^2}{r^3} = K = \frac{4\pi^2}{GM}$$



التمرين 1: بكالوريا علوم تجريبية 2009

يدور قمر اصطناعي كتلته (m_s) حول الأرض في مسار دائري على ارتفاع (h) من سطحها. نعتبر الأرض كرة نصف قطرها (R)، وننمذج القمر الاصطناعي بنقطة مادية. تدرس حركة القمر الاصطناعي في المعلم المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

1 – ما المقصود بالمعلم المركزي الأرضي؟

2 – اكتب عبارة القانون الثالث لكيبلر بالنسبة لهذا القمر.

3 – أوجد العبارة الحرفية بين مربع سرعة القمر (v^2) و (G) ثابت الجذب العام، M_T كتلة الأرض ، h و R.

4 – عرّف القمر الجيومستقر واحسب ارتفاعه (h) وسرعته (v).

5 – احسب قوة جذب الأرض لهذا القمر. اشرح لماذا لا يسقط على الأرض رغم ذلك.

المعطيات: دور حركة الأرض حول محورها: $T \simeq 24h$.

$$R = 6400\ km\ ;\ m_s = 2\times10^3\ kg\ ;\ M_T = 5,97\times10^{24}\ kg\ ;\ G = 6,67\times10^{-11}\ Nm^2.kg^{-2}$$

التمرين2: بكالوريا رياضيات 2009

ينتمي القمر الاصطناعي (Giove-A) إلى برنامج غاليلو الأوروبي لتحديد الموقع المكمل للبرنامج الأمريكي GPS. نعتبر القمر الاصطناعي (Giove-A) ذي الكتلة $m = 700\ kg$ نقطيا ونفترض أنه يخضع إلى قوة جذب الأرض فقط.

يدور القمر (Giove-A) بسرعة ثابتة في مدار دائري مركزه (O) على ارتفاع $h = 23,6\times10^3\ km$ من سطح الأرض.

1 – في أي مرجع تتم دراسة حركة هذا القمر الاصطناعي؟ وما هي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع والتي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن؟

2 – أوجد عبارة تسارع القمر (Giove-A) وعيّن قيمته.

3 – احسب سرعة القمر (Giove-A) على مداره.

4 – عرّف الدور T ثمّ عيّن قيمته بالنسبة للقمر (Giove-A).

5 – احسب الطاقة الإجمالية للجملة ((Giove-A)+أرض).

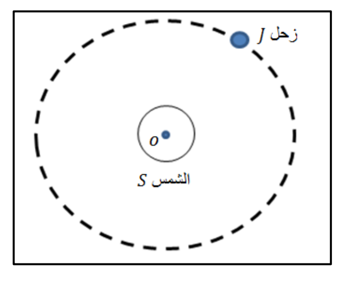
المعطيات: ثابت الجذب العام $G = 6,67\times10^{-11}$ SI كتلة الأرض $M_T = 5,98\times10^{24}$ kg

نصف قطر الأرض $R_T = 6,38\times10^3$ km.

التمرين3: بكالوريا رياضيات 2008


المعطيات :

$M_s = 2\times10^{30} kg$	كتلة الشمس
$r = 7.8\times10^8 km$	نصف قطر مدار زحل
$G = 6.67\times10^{-11} SI$	ثابت الجذب العام



يدور كوكب زحل حول الشمس على مسار نعتبره دائري مركزه ينطبق على مركز عطالة الشمس (O) بحركة منتظمة .

1- مثل القوة التي تطبقها الشمس على كوكب زحل ثم أعط عبارتها .

2- ندرس حركة كوكب زحل في المرجع المركزي الشمسي (الهيليومركزي) الذي نعتبره غاليليا.

أ – عرف المرجع المركزي الشمسي .

ب – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد عبارة التسارع a لحركة مركز عطالة كوكب زحل .

ج– أوجد العبارة الحرفية للسرعة المدارية v للكوكب في المرجع المختار بدلالة: M_S, G و نصف قطر المدار r ثم احسب قيمتها .

3– أوجد عبارة الدور T لحركة هذا الكوكب حول الشمس بدلالة : نصف قطر المدار r والسرعة v ثم أحسب قيمته .

التمرين 4: بكالوريا رياضيات 2008

يدور قمر اصطناعي كتلته (m) حول الأرض بحركة منتظمة، فيرسم مسارا دائريا نصف قطره (r) ومركزه هو نفسه مركز الأرض.

1 – مثّل قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي واكتب عبارة قيمتها بدلالة M_T ، m ، G ، r حيث:

M_T كتلة الأرض ، m كتلة القمر الاصطناعي ، G ثابت الجذب العام.

r نصف قطر المسار (البعد بين مركز الأرض ومركز القمر الاصطناعي).

2 – باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام (G) في الجملة الدولية (SI).

3 – بيّن أن عبارة السرعة الخطية (v) للقمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي تعطى بـــ: $v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$.

4 – اكتب عبارة (v) بدلالة r و T حيث T دور القمر الاصطناعي.

5 – اكتب عبارة دور القمر الاصطناعي حول الأرض بدلالة M_T ، G ، r.

6 – أ/ بيّن أن النسبة $(\frac{T^2}{r^3})$ ثابتة لأي قمر يدور حول الأرض، ثم احسب قيمتها العددية في المعلم المركزي الأرضي مقدرة بوحدة الجملة الدولية (SI).

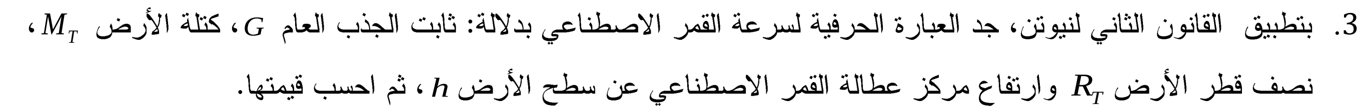
ب/ إذا كان نصف قطر مسار قمر اصطناعي يدور حول الأرض $r = 2,66\times10^4$ km ، احسب دور حركته.

المعطيات: ثابت الجذب العام : $G = 6,67\times10^{-11}$ SI كتلة الأرض : $M_T = 5,97\times10^{24}$ kg ، $\pi^2 = 10$.

التمرين5: بكالوريا رياضيات 2013

نعتبر قمرا اصطنعيا (S) كتلته m_s يدور حول الأرض في جهة دورانها بسرعة ثابتة (الشكل).

1. مثل القوى الخارجية المؤثرة عل القمر الاصطناعي (S).
2. ماهو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (S) ؟ عرفه.



3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد العبارة الحرفية لسرعة القمر الاصطناعي بدلالة: ثابت الجذب العام G، كتلة الأرض M_T، نصف قطر الأرض R_T وارتفاع مركز عطالة القمر الاصطناعي عن سطح الأرض h، ثم احسب قيمتها.
4. أ– جد عبارة دور القمر الاصطناعي بدلالة: R_T ، G ، h ، M_T، ثم احسب قيمته.

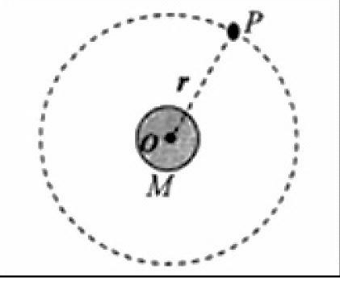
ب– هل يمكن اعتبار هذا القمر جيو مستقر؟ علل.

5. ذكر بالقانون الثالث لكبلر، ثم بين أن النسبة: $\frac{T^2}{(R_T+h)^3} = k$ ، حيث k ثابت يطلب حسابه.

يعطى: $\pi^2 = 10$ ، $h = 35800km$ ، $R_T = 6380km$ ، $M_T = 6\times10^{24}kg$ ، $G = 6.67\times10^{11}(SI)$.

التمرين6: بكالوريا رياضيات 2012

يتصور العلماء في الرحلات المستقبلية نحو كوكب المريخ M وضع محطة لأجهزة الاتصالات مع الأرض على أحد أقمار هذا الكوكب، مثلا على القمر Phobos (P).



المعطيات:

ثابت التجاذب الكوني: $G = 6,67\times10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2}

المسافة بين المريخ M والقمر P: $r = 9,38\times10^3$ km

كتلة المريخ: $m_M = 6,44\times10^{23}$ kg

كتلة القمر Phobos : m_P دور المريخ حول نفسه: T_M = 24 h 37 min 22 s

نفرض أن هذه الأجسام كروية الشكل وكتلتها موزعة بانتظام على حجومها وأن حركة هذا القمر دائرية وتنسب إلى مرجع غاليلي مبدؤه O مركز كوكب المريخ .

1 – مثّل على الشكل القوة التي يطبقها الكوكب M على القمر Phobos(P).

2 – أ – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن حركة مركز عطالة هذا القمر دائرية منتظمة.

ب – استنتج عبارة سرعة دوران القمر P حول المريخ.

3 – جد عبارة دور حركة القمر T_P حول المريخ بدلالة المقادير r ، G ، m_M.

4 – اذكر نص القانون الثالث لكبلر وبيّن أن النسبة: $\frac{T_P^2}{r^3} = 9,21 \times 10^{-13}\ S^2.m^{-3}$ ، ثم استنتج قيمة T_P.

5 – أين يجب وضع محطة الاتصالات S لتكون مستقرة بالنسبة للمريخ؟ ما قيمة T_S دور المحطة في مدارها حينئذ؟

التمرين 7: بكالوريا علوم 2014 .

في مرجع جيومركزي نعتبر الاقمار دائرية حول مركز الارض التي نفترض أنها متجانسة كتلتها M_T ونصف قطرها R

نقبل أن القمر الاصطناعي في مداره يخضع لقوة جذب الارض $\vec{F}_{T/S}$ فقط .

1- أ- عرف المرجع الجيومركزي .

ب – اكتب العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة G , M_T , R , m_S كتلة القمر الاصطناعي و h ارتفاعه عن سطح الارض .

جـــ – استنتج عبارة $\vec{a}$ شعاع تسارع حركة القمر الاصطناعي , ما طبيعة الحركة ؟

2- الجدول التالي يعطي بعض خصائص حركة قمرين اصطناعين حول الارض .

القمر الاصطناعي	$Alsat1$	$Astra$
$T(s)\times10^3$	5,964	86,160
$h(m)\times10^6$	0,70	35,65

أ- أحد القمرين جيومستقر عينه مع التعليل؟

ب- احسب تسارع الجاذبية الارضية g عند نقطة من مدار القمر الاصطناعي ألسات 1 , ماذا تستنتج؟

جـــ – بين اعتمادا على معطيات الجدول أن قانون كبلر الثالث محقق .

د – استنتج قيمة تقريبية لكتلة الارض.

3- لماذا دور الأرض حول نفسها ليس $24h$ ؟ (سؤال اضافي)

المعطيات: $G = 6,67\times10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$ ، $R = 6380\ km$ ، $1\ jour = 23h\ 56\min$

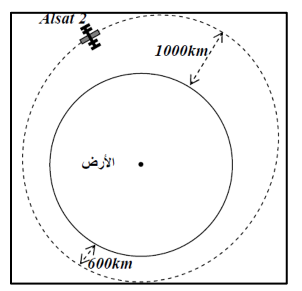
تسارع الجاذبية عند سطح الأرض: $g_0 = 9,8\,m\cdot s^{-2}$.

التمرين8: بكالوريا رياضيات 2014

بتاريخ 12 جويلية 2010 تم إطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني $Alsat2$ الذي نرمز له بـــ(S) حيث تم وضعه في مداره الإهليليجي بنجاح، ليدور حول الأرض على ارتفاع من سطحها محصور بين $600km$ و $1000km$.

1. يمثل الشكل رسما تخطيطيا مبسطا لمدار (S) حول الأرض، نعتبر (S) خاضعا لقوة جذب الأرض فقط.

يعطى: نصف قطر الأرض $R_T = 6400km$ وكتلتها $M_T = 6\times10^{24}kg$ ودور حركتها حول محورها $T_T = 24h$.



أ- ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لمدار هذا القمر الاصطناعي؟

ب- مثل في موضع كيفي من المدار شعاع القوة التي يخضع لها(S) أثناء دورانه حول الأرض.

2. نعتبر حركة(S) دائرية على ارتفاع متوسط ثابت $h = 800km$.

أ- هل شدة قوة جذب الأرض لـــ(S) ثابتة؟ علل.

ب- أحسب شدة هذه القوة علما أن كتلة هذا القمر هي $m = 130kg$.

3. أ- أذكر خصائص القمر الاصطناعي الجيومستقر .

ب- هل يمكن اعتبار (S) قمرا اصطناعيا جيومستقر؟ لماذا؟

جـ- احسب قيمة سرعة القمر الاصطناعي (S).

4. يمكن لقمر اصطناعي آخر نعتبره جيومستقر أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع z من سطحها.

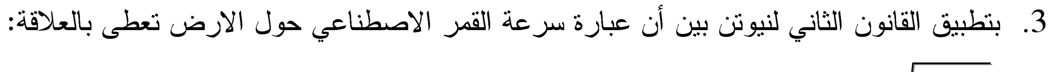
- جد الارتفاع z للقمر الاصطناعي الجيومستقر.

التمرين9: بكالوريا رياضيات 2012

يدور قمر اصطناعي (S) حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع $h = 700km$ من سطحها، حيث ينجز 14.55 دورة في اليوم الواحد، نفرض أن المرجع المركزي الأرضي مرجع غاليلي.

1. مثل شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) .

2. أعط دون برهان عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) بدلالة v سرعة القمر ونصف قطر المسار r وشعاع الوحدة $\vec{n}$.



3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي حول الارض تعطى بالعلاقة:

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$$

4. اكتب العلاقة بين T_S و r، حيث T_S دور القمر الاصطناعي (S) حول الأرض.

5. بين أن $\frac{T_S^2}{r^3} = 9.85 \times 10^{-14} s^2.m^{-3}$

6. استنتج M_T كتلة الأرض.

يعطى: $G = 6.67 \times 10^{11} (SI)$ ، $R_T = 6400km$.

التمرين 10:

تم اطلاق ثلاثة أقمار اصطناعية جزائرية **ألسات-1 ب** ، **ألسات-2 ب** و **ألسات-1 ن**، نريد معرفة دور هذه الاقمار الصناعية الثلاث علما انها تتواجد في نفس المدار على ارتفاع $h = 670km$.

ننمذج احد هذه الاقمار وليكن **ألسات-2 ب** بجسم نقطي يدور حول الأرض بمسار دائري كما في الشكل .

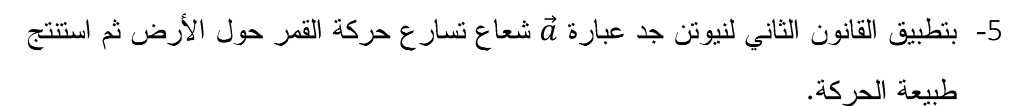
1- مثل كيفيا القوة المطبقة على هذا القمر من طرف الأرض (نهمل التأثيرات الأخرى).

2- حدد المرجع المناسب لدراسة حركة القمر **ألسات-2 ب** وعرفه.

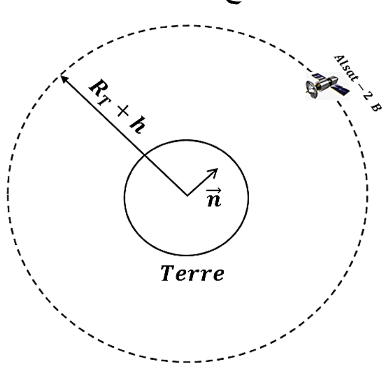
3- اكتب العبارة الشعاعية للقوة التي تطبقها الأرض على القمر **ألسات-2 ب** بدلالة: M_T ، m ، R_T ، h و G وشعاع الوحدة $\vec{n}$

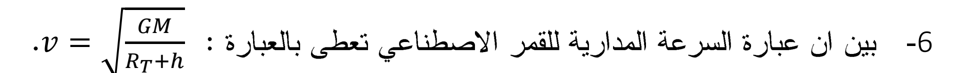


4- بالتحليل البعدي حدد وحدة الثابت G .



5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة $\vec{a}$ شعاع تسارع حركة القمر حول الأرض ثم استنتج طبيعة الحركة.





6- بين ان عبارة السرعة المدارية للقمر الاصطناعي تعطى بالعبارة : $v = \sqrt{\frac{GM}{R_T + h}}$.

7- اكتب عبارة دور القمر ثم استنتج قانون كبلر الثالث بالنسبة لهذا القمر.

8- الجدول التالي يعطى دور ونصف قطر مدارات بعض الاقمار الصناعية:

القمر	$h(km)$	$T(s)$	$r^3(m^3)$	$T^2(s^2)$
GLONASS	$19{,}1 \times 10^3$	$4{,}02 \times 10^4$		
Giove − A	23.6×10^3	$5{,}19 \times 10^4$		
Astra	35.65×10^3	$8{,}61 \times 10^4$		

أ/ اكمل الجدول ثم ارسم البيان:$T^2 = f\,(r^3)$ باستعمال سلم مناسب.

ب/ اكتب معادلة المنحنى الناتج وتأكد ان البيان يتوافق مع قانون كبلر الثالث.

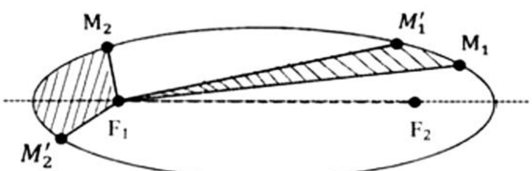
ج/ استنتج قيمة ثابت الجذب العام G.

د/ حدد دور القمر الصناعي **ألسات−2 ب** وسرعته في مداره وكذلك قيمة الجاذبية الأرضية g التي يخضع لها .

$$M_T = 5.97 \times 10^{24}kg \quad , \quad R_T = 6.38 \times 10^3 km$$

التمرين11: بكالوريا 2016 رياضيات

1- يمثل الشكل المقابل مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس ، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية Δt في قطع المسافتين $M_1M'_1$ و $M_2M'_2$.اذكر نصي قانوني كبلر الذين يمكن استخلاصهما.



2- لتبسيط الدراسة نعتبر مسارات الكواكب دائرية نصف قطرها r بحيث تقع الشمس في مركزها . يعطي الجدول الاتي مميزات حركة بعض هذه الكواكب :

الكوكب	نصف قطر المسار $r \times 10^6 Km$	الدور T	$\frac{T^2}{r^3}\,(s^2.m^{-3})$
الزهرة	108,2	$224j\ \ 16h$	
الأرض	149,6	$365j\ \ 6h$	
زحل	227,9	$686j\ \ 22h$	

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكوكب P في المعلم الهليومركزي ، جد عبارة سرعة الكوكب بدلالة ثابت الجذب العام G ، كتلة الشمس M_S و نصف القطر r لمسار الكوكب P .

ب- اكتب عبارة الدور T للكوكب بدلالة G ، M_S و r ، ثم استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر.

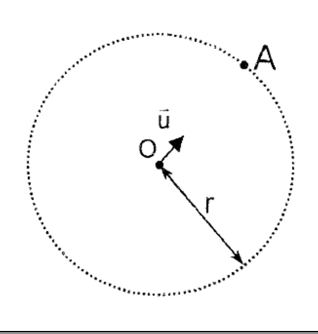
ج- اكمل الجدول السابق ، ماذا تستنتج؟

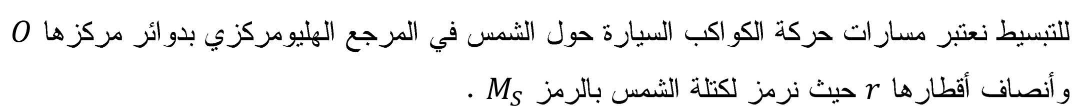
د- احسب كتلة الشمس M_S .

ه- تتميز حركة المشتري حول الشمس بالدور $T = 314j\ \ 11h$ ، اوجد البعد r لمركز المشتري عن مركز الشمس .

$$G = 6.67 \times 10^{-11} SI$$

التمرين 12: بكالوريا 2015 علوم

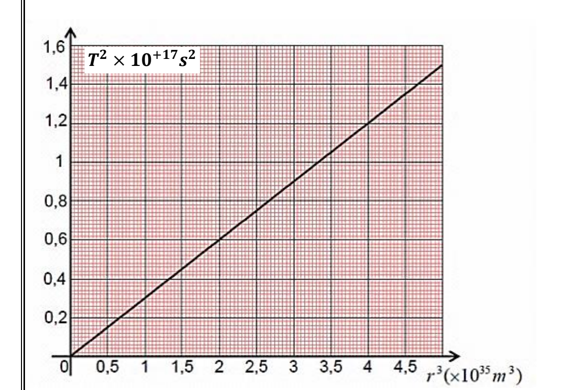



للتبسيط نعتبر مسارات حركة الكواكب السيارة حول الشمس في المرجع الهليومركزي بدوائر مركزها O وأنصاف أقطارها r حيث نرمز لكتلة الشمس بالرمز M_S .

1- أعد رسم الشكل ومثل عليه شعاع اللقوة الجاذبة المركزية $\vec{F}_{S/P}$ المطبقة من طرف الشمس على احد الكواكب الذي كتلته m_p في مركز عطالته المتواجد في الموضع A .

3- عبر عن شعاع القوة $\vec{F}_{S/P}$ بدلالة G ثابت الجذب الكوني ، M_S، m_p، r و$\vec{u}$ شعاع الوحدة.

4- بإهمال تأثير القوى الاخرى أمام $\vec{F}_{S/P}$ وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد عبارة تسارع حركة الكوكب في الموضع A بدلالة G ، M_S و r .



5- استنتج طبيعة حركته حول الشمس.

6- يمثل الشكل تطور مربع الدور الزمني لكل من كوكب الأرض والمريخ وزحل بدلالة مكعب نصف قطر مدار كل كوكب .

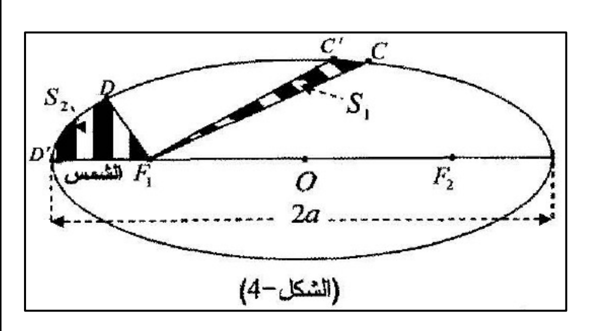
أ- هل يتوافق البيان مع قانون كبلر الثالث ؟

ب- باستعمال البيان بين أن : $\frac{T^2}{r^3} = 3 \times 10^{-19}(SI)$ ثم استنتج قيمة كتلة الشمسM_S

$G = 6.67 \times 10^{-11} SI$

التمرين13: بكالوريا علوم تجريبية 2010

أ/ يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس اهليليجيا كما يوضحه الشكل – 4. ينتقل الكوكب أثناء حركته على مداره من النقطة C إلى النقطة C′ ثم من النقطة D إلى النقطة D′ خلال نفس المدة الزمنية Δt.

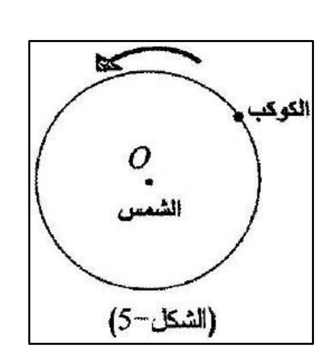


(الشكل–4)

1 – اعتمادا على قانون كبلر الأوّل فسر وجود موقع الشمس في النقطة F_1، كيف نسمي عندئذ النقطتين F_1 و F_2.

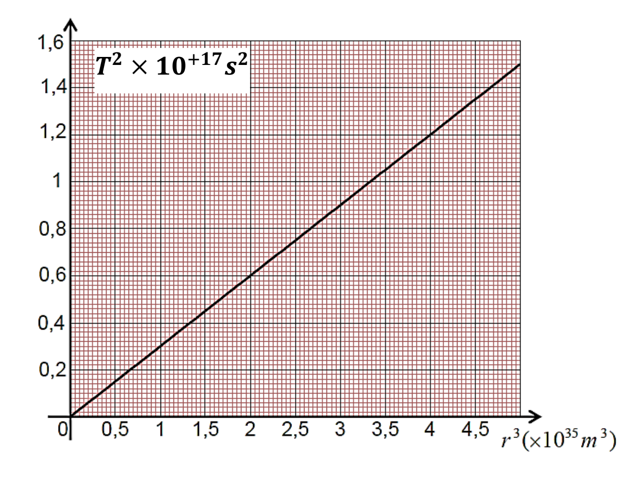
2 – حسب قانون كبلر الثاني ما هي العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2 ؟

3 – بيّن أن متوسط السرعة بين الموضعين C و C′ أقل من متوسط السرعة بين الموضعين D و D′.



(الشكل–5)

ب/ من أجل التبسيط ننمذج المسار الحقيقي لكوكب في المرجع الهليومركزي بمدار دائري مركزه O (مركز الشمس) ونصف قطره r الشكل –5. يخضع كوكب أثناء حركته حول الشمس إلى تأثيرها والذي ينمذج بقوة $\vec{F}$ ، قيمتها تعطى حسب قانون الجذب العام لنيوتن بالعلاقة : $F = G\frac{mM}{r^2}$ حيث M كتلة الشمس، m كتلة الكوكب و G ثابت التجاذب الكوني $G = 6,67 \times 10^{-11}$ SI باستعمال برمجية « satellite » في جهاز الإعلام الآلي تم رسم البيان $T^2=f(r^3)$ الشكل – 6. حيث T دور الحركة.



1 – اذكر نص قانون كبلر الثالث.

2 – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب وبإهمال تأثيرات الكواكب الأخرى، أوجد عبارة كل من v سرعة الكوكب ودور حركته T بدلالة r ، G ، M.

3 – أوجد بيانيا العلاقة بين T^2 و r^3 .

4 – أوجد العلاقة النظرية بين T^2 و r^3

5 – بتوظيف العلاقتين الأخيرتين استنتج قيمة كتلة الشمس M.